

Лімонт А.С.
Житомирський агротехнічний коледж

**ЕЛЕМЕНТИ ВЗАЄМОДІЇ ПАЛЬЦІВ
ПІДБИРАЛЬНОГО БАРАБАНА
ПРЕС-ПІДБИРАЧА ЗІ СТЕБЛАМИ
ЛЬОНОТРЕСТИ І ТЕХНОЛОГІЧНА
НАДІЙНІСТЬ ПРЕС-ПІДБИРАЧІВ**

УДК 633.521:631.172

Аналітично визначене зусилля, з яким палець підбирального барабана діє на стебла льонотрести. Діючі зусилля викликають відповідні деформації стебел, що можуть супроводжуватися їх пошкодженням, знижуючи технологічну надійність прес-підбирачів. Пошкодження стебел в рулоні зменшуються із збільшенням маси порції трести, яку забирають із стрічки пальці однієї граблини.

Постановка проблеми. Механізоване збирання рошенцевої трести пов'язане з діями відповідних робочих органів на стебла льоносировини, які попередньо розстелені на льонищі в стрічку комбайном. Успішніше всього збирання трести здійснювати прес-підбирачами, що мають відповідні пресувальні камери (ПК). Крім пресувальної камери прес-підбирачі оснащені підбиральним барабаном з пружинними пальцями. Переміщуючись по фігурній біговій доріжці, пальці при русі прес-підбирача захоплюють частину стрічки трести і подають її до пресувальної камери на формування рулону. При взаємодії зі стеблами трести пальці деформують їх, спричиняючи відповідні пошкодження. Пошкодження стебел при формуванні рулонів впливає на вихід довгого волокна при первинній її переробці. Проте в проблемі механізованого збирання трести залишилася поки що нез'ясованою ще низка питань. В цьому повідомленні передбачається висвітлити деякі з них.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Теоретичні основи процесів, що відбуваються в ПК прес-підбирачів, розглядали В.І. Особов, Г.А. Хайліс, В.М. Климчук, Н.О. Толстушко та ін. Роботу підбиральних механізмів на збиранні льону-довгунця в складі з машинами різного технологічного призначення, наприклад, обертачів і впусувачів льонотрести, власне підбирачів тощо вивчали В.М. Климчук, М.М. Ковальов, В.І. Макаєв і В.О. Шейченко, А.І. Папленчиков, Й.Й. Піуновський, Г.А. Перов, В.І. Сизов, Г.А. Хайліс і Л.М. Клятіс, О.Ю. Філін, В.Г. Черніков та ін. Слід виділити дослідження Є.О. Офата, які не пов'язані із збиранням льону-довгунця.

Висвітлені питання в працях перерахованих дослідників заслуговують на увагу, оскільки були спрямовані на удосконалення існуючих та опрацювання нових робочих органів і машин для механізації збиральних робіт при виробництві льонопродукції. Проте в працях означених науковців не в повній мірі висвітлені питання, що пов'язані з оцінюванням пошкодження льоносировини при її взаємодії з окремими робочими органами льонозбиральних машин.

У праці [1] вказано, що максимальна сила зламу стебел льону-довгунця на відстані між опорами приладу 50 мм коливається в межах 1,3 – 2,3 Н при прогині 1,9 – 2,7 мм. За [1, 2, 3] сила зламу свіжовибраних стебел в їх нижній частині – 0,2...7,0 Н, в середній – 0,1...5,0 Н, а сухих стебел відповідно 1,0...18,0 і 0,5...9,0 Н. Сила, що необхідна для розриву стрічки льону при кількості стебел на 1 м довжини 1600 - 3200 становить 1-50 Н, а при 4800 – 6400 шт./м – 25 – 300 Н [2]. Сила зчеплення між очісаними стеблами в стрічці товщиною 5 см за [4] становить 10 Н, а сила зчеплення стебел з льонищем за [5] може становити 32 Н. Зважаючи на наведені дані, дослідимо взаємодію пальців підбирального барабана прес-підбирачів зі стеблами вилежаної і що знаходиться в стрічках трести, при її підніманні з поля і формуванні упаковок у вигляді рулонів.

Мета дослідження полягала в підвищенні ефективності використання прес-підбирачів на збиранні рошенцевої льонотрести шляхом пошуку умов поліпшення їх технологічної надійності. *Завдання дослідження*: 1) з'ясувати механізм утворення сили дії пружинного пальця підбирального барабана на стебла трести в момент початку їх відокремлення від масиву стрічки; 2) визначити силу дії пальця підбирального барабана на стебла трести в момент початку їх відокремлення від стрічки; 3) проаналізувати зміну вказаної сили залежно від подачі прес-підбирачів з ПК змінного і сталого об'ємів та зпрогнозувати значення сили, що діє на окреме стебло в момент початку їх відокремлення від масиву стрічки; 4) дослідити вплив маси порції трести, що відокремлюється від масиву стрічки пальцями однієї граблини, на пошкодження стебел в рулоні.

Об'єкт та методика дослідження. Об'єкт дослідження – технологічний процес підбирання трести з поля та формування рулонів льоносировини. Методика дослідження підбирання трести базувалась на використанні механіко-математичного методу аналізу взаємодії пружинного пальця підбирального барабана прес-підбирача зі стеблами трести в момент початку їх відокремлення від стрічки льоносировини на полі. Визначення сили, з якою палець діє на стебла трести, здійснено шляхом складання і розв'язання рівняння Лагранжа II роду з використанням методичних порад акад. П.М. Василенка [6].

Аналіз підбирання з поверхні поля стрічки стебел трести та її транспортування до ПК прес-підбирачів здійснюють [7] з такими спрощеннями і допущеннями: 1) прес-підбирач здійснює поступальний, прямолінійний і рівномірний рух вздовж розстеленої стрічки; 2) стрічку розглядають як дискретне середовище, що складається з окремих шарів однакових стебел, які паралельно розміщені один на одному та мають масу, діаметр і висоту (довжину); 3) стрічки не накладаються одна на іншу, прямолінійні, рівномірні за товщиною, без розривів, переплутування, скручування та без перекосу і відносного зміщення стебел за довжиною. Такі ж умови характеризують підбирання стрічки льонотрести в цьому дослідженні. При цьому вважали, що елемент стрічки, який захоплюють пальці однієї граблини і відокремлюють від масиву стрічки трести на полі, зумовлений траєкторіями руху кінців пальців двох сусідніх граблів і параметри захопленого елемента (порції трести) визначаються тільки цими траєкторіями.

Методика визначення пошкодження стебел трести в рулоні та показників, які визначають масу порції трести, що відокремлюється від масиву стрічки пальцями однієї граблини, висвітлені раніше [8].

Результати дослідження. При підніманні стрічки пальці підбирального барабана здійснюють складний рух. Вони переміщуються в напрямку переносної швидкості, обертаються навколо головної осі барабана і повертаються на деякий кут разом з трубчастими валами. Такий рух забезпечує необхідну якість роботи підбирача, яку оцінюють чистотою підбирання стрічки, безперервністю подачі стебел на наступні робочі органи, вільним виходом пальців із транспортованої трести без затягування її під барабан [9].

Зробимо спробу аналітичного визначення сили тиску пальців підбирального барабана на стебла трести в момент початку піднімання її стрічки. Для спрощення вважатимемо, що маса m відокремлюваного елемента стрічки зосереджена не в центрі тяжіння цього елемента, а на кінці пружинного пальця b (рис. 1), що визначається відстанню r від кінця пальця до центра підбирального барабана l . Ця відстань являє радіус обертання кінця пальця. У такому випадку на матеріальну точку діють сили: тяжіння mg , відцентрова mrv^2 і тертя $f(mg + mrv^2)$. Приймаємо, що стрічка трести не проросла елементами рослинного покриву і знаходиться на його поверхні. Сила тертя викликається силою тяжіння та відцентровою силою і виникає на поверхні рослинного покриву, на якому знаходиться стрічка трести, яка за умовою задачі не проросла елементами рослинного покриву. Крім вказаних сил на матеріальну точку діє сила тиску з боку пружинного пальця

P_n , яку можна розкласти на дві складові: радіальну $P_n \sin \alpha$ та паралельну дотичній до траєкторії руху кінця пружинного пальця $P_n \cos \alpha$. В цих силах: m – маса елемента стрічки трести, на яку діє пружинний палець, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; r – радіус обертання кінця пружинного пальця, м; ω – кутова швидкість підбирального барабана, с⁻¹; α – кут нахилу пружинного пальця до радіуса підбирального барабана, град; f – коефіцієнт тертя трести об поверхню рослинного покриву. Під дією радіальної складової $P_n \sin \alpha$ виникає додаткова сила опору переміщенню трести по поверхні рослинного покриву $f P_n \sin \alpha$.

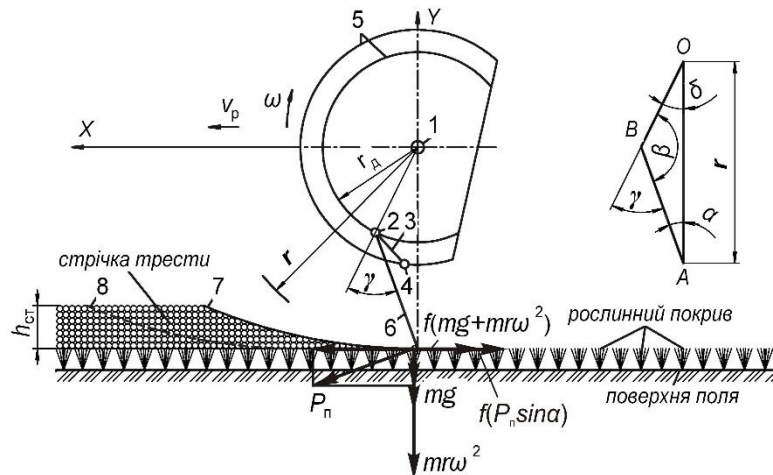


Рис. 1 - Схема до визначення зусилля, що діє на стебла трести, при їх взаємодії з пружинними пальцями підбирального барабана прес-підбирача на початку підбирання стрічки з поля (праворуч – схема до з'ясування нахилу пальця): 1 – центральний вал підбирального барабана; 2 – трубчастий вал; 3 – кривошип; 4 – ролик; 5 – криві бігової фігурної доріжки; 6 – пружинний палець; 7 – траєкторія руху кінця пальця попередньої сусідньої граблини; 8 – траєкторія руху кінця пальця, що зображений на рисунку і який починає підбирати стрічку трести; $h_{ст}$ – висота стрічки трести; r – відстань від кінця пальця до центра підбирального барабана (радіус обертання кінця пальця); r_1 – відстань між осями обертання центрального вала підбирального барабана і трубчастих валів граблин підбирача (радіус обертання трубчастих валів); $OB = r_1$; AB – довжина пальця; γ – кут установки пальця щодо відрізка OB , довжина якого дорівнює радіусу обертання трубчастих валів

Паралельна дотичній до траєкторії руху кінця пружинного пальця складова сила його тиску на стебла трести є рушійною силою і долає опір руху граблини на початку підбирання стрічки. Цей опір можна подати так:

$$P_n \cos \alpha = f(mg + mr\omega^2 + P_n \sin \alpha) \quad (1)$$

Щоб визначити силу тиску пружинного пальця на стебла елемента стрічки трести, що піднімає цей палець, скористаємося рівнянням Лагранжа другого роду [6]. Оскільки відокремлюваний елемент стрічки рухається по поверхні, що утворюється завдяки руху кінця пальця по відповідній траєкторії, то положення цього елемента на поверхні, з якої він відривається, визначається лише одним параметром – кутом δ (рис. 1). Тому за узагальнену координату допустимо вибрати кут δ , який відраховуватимемо від вертикальної осі підбирального барабана в напрямку ходу стрілки годинника.

Було складено рівняння Лагранжа другого роду з визначенням кінетичної енергії відокремлюваного елемента стрічки трести. Далі взяли частинну похідну від кінетичної енергії за узагальненою кутовою швидкістю відокремлюваного елемента стрічки, а від одержаного результату – похідну за часом та враховуючи, що частинна похідна від кінетичної енергії за узагальненою координатою дорівнює нулю, а кінетична енергія відокремлюваного елемента не залежить від узагальненої координати, одержали першопочаткову залежність для визначення узагальненої сили.

Якщо надати граблині можливе кутове переміщення в напрямку зростання кута δ і на цьому переміщенні визначити суму робіт діючих сил, то можна одержати залежність для визначення узагальненої сили, що відповідає узагальненій координаті δ .

Далі прирівняли першопочаткову залежність для визначення узагальненої сили, в якій співмножниками є маса відокремлюваного елемента стрічки та узагальнена кутова швидкість цього елемента і радіус обертання кінця пальця, до залежності для визначення узагальненої сили, яку одержано за можливим кутовим переміщенням граблини. Виразимо масу m (кг) захоплюваного (відокремлюваного) елемента стрічки через подачу прес-підбирача на граблину S_z , довжину (висоту) стебел трести h_c , висоту стрічки трести h_{ct} та її об'ємну масу ρ_T :

$$m = S_z h_c h_{ct} \rho_T, \quad (2)$$

де m – маса відокремлюваного елемента стрічки трести пружинними пальцями однієї граблини, кг; S_z – подача прес-підбирача на одну граблину підбирального барабана, м; h_c – висота (довжина) стебел трести в стрічці, м; h_{ct} – висота стрічки трести, м; ρ_T – об'ємна маса трести, кг/м³.

Кутову швидкість ω (1/с) підбирального барабана подамо через його частоту обертання $n_{пб}$ (хв⁻¹), тобто

$$\omega = \frac{\pi n_{пб}}{30}. \quad (3)$$

З урахуванням висловленого та вважаючи рух підбирального барабана в момент початку підбирання трести рівномірним і нехтуючи дією сили тяжіння, з рівняння узагальненої сили одержимо залежність для визначення сили тиску пальця P_n (Н) на стебла відокремлюваного елемента стрічки:

$$P_n = \frac{f r \pi^2 n_{пб}^2}{900(\cos\alpha - f \sin\alpha)} S_z h_c h_{ct} \rho_T, \quad (4)$$

де f – коефіцієнт тертя стебел трести об поверхню рослинного покриву, з якого піднімають стрічку; r – радіус обертання кінця пружинного пальця при підбиранні стрічки трести, м; α – кут нахилу пружинного пальця до радіуса підбирального барабана, град.

Для з'ясування цього кута розглянемо трикутник ABO , що зображений на рис. 1 праворуч. Сторони трикутника визначають розміри окремих елементів підбирального механізму. Так, сторона AB характеризує довжину l пружинного пальця, OB – являє радіус обертання r_d трубчастих валів, а сторона AO дорівнює радіус обертання r пружинного пальця при перекочуванні ролика 4 кривошипа 3 по біговій фігурній доріжці за час відокремлення і піднімання елемента стрічки. З трикутника ABO за теоремою косинусів співвідношення між вказаними розмірами визначається залежністю:

$$r^2 = r_d^2 + l^2 - 2r_d l \cos(180^\circ - \gamma), \quad (5)$$

де γ – кут установки пружинного пальця щодо відрізка OB , довжина якого дорівнює радіусу обертання трубчастих валів, град.

Оскільки

$$\cos(180^\circ - \gamma) = -\cos\gamma$$

то

$$r^2 = r_d^2 + l^2 - 2r_d l \cos\gamma. \quad (6)$$

Звідки

$$\cos\gamma = (r^2 - r_d^2 + l^2) / 2r_d l. \quad (7)$$

За залежністю (7) з урахуванням фактичних розмірів r , r_d і l , що їх мають підбиральні барабани прес-підбирачів ПР-1,2Л і ППР-110, кут $\gamma = 54^\circ$.

Тоді кут між сторонами трикутника ABO OB і AB становитиме

$$\beta = 180^\circ - \gamma = 180^\circ - 54^\circ = 126^\circ. \quad (8)$$

Для визначення кута α скористаємося залежністю:

$$\sin \alpha = \frac{r_d \cdot \sin \beta}{r}. \quad (9)$$

Оскільки кут $\beta = 126^\circ$, то можна записати $\beta = (90^\circ + 36^\circ)$. Але $\sin (90^\circ + 36^\circ) = \cos 36^\circ$, тоді

$$\sin \alpha = (r_d \cdot \cos 36^\circ) / r \quad (10)$$

Кут нахилу пружинного пальця до радіуса підбирального барабана за залежністю (10) становитиме $\alpha = 22^\circ$.

Подачу прес-підбирача на одну граблину S_z (мм) визначали за формулою:

$$S_z = 10^6 v_p / (60 n_{пб} z_{гр}), \quad (11)$$

де v_p – робоча швидкість збирального агрегату у складі з прес-підбирачами, до 10 км/год; $n_{пб}$ – частота обертання центрального вала підбирального барабана прес-підбирача, хв^{-1} (в ПР-1,2Л – 80 хв^{-1} , а в ППР-110 – 94,8 хв^{-1}); $z_{гр}$ – число граблин підбирального барабана, $z_{гр} = 5$.

Для аналізу за літературними даними прийняли: $f = 0,70$; $h_c = 0,8$ м; з урахуванням подвоювання стрічок $h_{ст} = 0,10$ м; щільність трести $\rho_T = 60$ кг/м^3 .

Розрахувати показали, що з урахуванням прийнятих значень, за формулою (4) сила тиску пальця на стебла відокремлюваного елемента стрічки трести стосовно прес-підбирача ПР-1,2Л становить від 6 до 22 Н, а прес-підбирача ППР-110 – коливається в межах 9 – 32 Н. В графічному поданні висловлене наведено на рис. 2.

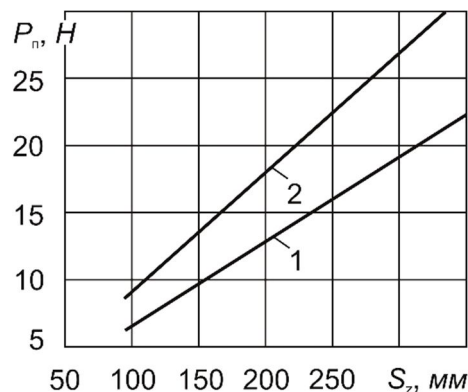


Рис. 2. Вплив подачі прес-підбирача S_z на зміну сили тиску P_n пальців підбирального барабана на стебла трести: 1 – прес-підбирач ПР-1,2Л; 2 – ППР-110

Кількість стебел, що їх захоплюють пальці однієї граблини, за висоти стрічки 0,1 м і діаметра стебел 1,5 мм може становити залежно від подачі (0,1 – 0,35 м) орієнтовно від 4500 до 15500 шт. Враховуючи це, можна спрогнозувати зусилля, що діють на одне стебло. Так, кількість стебел, що першими зазнають дії пальців при відокремленні від стрічки порції трести з урахуванням подачі може змінюватися від 50 до 250 шт. За таких міркувань зусилля, що діє на одне стебло в момент початку взаємодії зі стеблами пальця підбирального барабана, може становити близько 0,1 Н (ПР-1,2Л) та 0,14 Н (ППР-110). Ці значення зусиль можуть бути руйнівними для стебел, викликаючи їх пошкодження [1, 2, 3].

Здійснено експериментальне визначення пошкодження стебел трести в рулоні. Експеримент проведено на підніманні стрічки трести льону-довгунця сорту Ірма, солома якого була розстелена комбайном ЛК-4А за ширини захвату 1,52 м. Урожайність трести і лінійна маса погонного метра її стрічки становили відповідно 21,7 ц/га і 0,33 кг/м [8].

В цьому дослідженні в його експериментальній частині масу порції трести $m_{\text{тр}}$ (кг), що відокремлювалась пальцями однієї граблини від розстеленої стрічки льоносировини, визначали за формулою:

$$m_{\text{тр}} = 10^3 m_{\text{ст}} v_p / (60 n_{\text{пб}} z_{\text{гр}}), \quad (12)$$

де $m_{\text{ст}}$ – лінійна маса погонного метра стрічки трести, що її піднімають з поля, кг/м.

За установки регулятора щільності рулону в основне положення в досліджуваних прес-підбирачах пошкодження стебел льоносировини в рулоні $P_{\text{ср}}$ (%) залежно від маси порції трести $m_{\text{тр}}$ (кг), що відокремлюється і забирається пальцями однієї граблини, описується рівняннями прямих з від'ємним кутовим коефіцієнтом, які мають вигляд стосовно прес-підбирачів:

ПР-1,2Л з ПК змінного об'єму –

$$P_{\text{ср}} = 10,23 - 23,73 m_{\text{тр}} \quad \text{при} \quad R^2 = 0,982; \quad (13)$$

ППР-110 з ПК сталого об'єму –

$$P_{\text{ср}} = 15,84 - 51,75 m_{\text{тр}} \quad \text{при} \quad R^2 = 0,999, \quad (14)$$

де R^2 – коефіцієнт, що визначає міру наближення експериментальних значень пошкодження до вирівняних за наведеними рівняннями.

За першими членами наведених рівнянь видно, що пошкодження стебел трести в рулонах формування прес-підбирачем ППР-110 в 1,5 раза більше, ніж в рулонах, що сформовані прес-підбирачем ПР-1,2Л. При цьому з підвищенням маси порції трести на 0,01 кг в досліджуваних межах її зміни від 0,043 до 0,122 кг інтенсивність зменшення пошкодження стебел за кутовими коефіцієнтами рівнянь (13) і (14) в рулонах формування прес-підбирачем ПР-1,2Л становить 0,24%, а в упаковках формування прес-підбирачем ППР-110 – 0,52 %.

За умовами досліду і установки регулятора щільності рулону в основне положення із збільшенням маси порції трести, що відокремлюється пальцями однієї граблини, в рулонах формування прес-підбирачем ПР-1,2Л пошкодження стебел зменшується від 8,9 до 7,4 %, а в рулонах, що сформовані прес-підбирачем ППР-110 – від 13,3 до 10,2 %. За вимогами нормативно-технічної документації пошкодження стебел трести в рулонах, які реалізують на льонопереробні підприємства, не повинна перевищувати 10%. За пошкодженням стебел трести в рулонах технологічна надійність прес-підбирача ПР-1,2Л перевищує технологічну надійність прес-підбирача ППР-110.

Висновки. Пошкодження стебел трести при її збиранні прес-підбирачами розглянуто як одиничний показник надійності технологічного процесу прес-підбирачів. Пошкодження стебел пов'язано з діями на них робочих органів прес-підбирачів. Аналітично визначено, що сила тиску пальця підбирального барабана на стебла трести стосовно прес-підбирача ПР-1,2Л становить від 6 до 22 Н, а прес-підбирача ППР-110 – коливається в межах 9 – 32 Н. Кількість стебел, що захоплюють пальці однієї граблини, орієнтовно становить від 4500 до 15500 шт. Зусилля, що діє на одне стебло в момент початку взаємодії зі стеблами пальця підбирального барабана, може становити близько 0,1 Н (прес-підбирач ПР-1,2Л) та 0,14 Н (ППР-110). Ці значення зусиль можуть бути руйнівними для стебел, викликаючи їх пошкодження.

В рулонах, що були сформовані прес-підбирачем ПР-1,2Л, пошкодження стебел трести приймало значення в межах 7,4 – 8,9 %, а в рулонах формування прес-підбирачем ППР-110 пошкодження стебел трести було дещо вищим і змінювалося від 10,2 до 13,3 %. За показником пошкодження стебел технологічна надійність прес-підбирача ПР-1,2Л перевищує надійність прес-підбирача ППР-110.

Напрямок подальших розвідок на нашу думку слід зосередити на дослідженні і пізнанні особливостей скочування в рулон стрічки, утвореної за різної секундної подачі трести в підбирач.

Литература

1. Хайліс Г.А. Механіка рослинних матеріалів: навч. посіб. / Г.А. Хайліс, Ю.В. Федорусь. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького держ. техн. ун-ту, 2004. – 302 с.
2. Льноуборочные машины / [Г.А. Хайлис, Н.Н. Быков, В.Н. Бухаркин и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.
3. Дідух В.Ф. Збирання та первинна переробка льону-довгунця: монографія / В.Ф. Дідух, І.М. Дударев, Р.В. Кірчук. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького нац. техн. ун-ту, 2008. – 232 с.
4. Пиуновский И.И. Исследование технологии раздельной уборки льна / И.И. Пиуновский, К.Ф. Терпиловский, В.П. Клявина // Труды ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – Минск: Урожай, 1969. – Т. 6. – С. 142 – 151.
5. Черников В.Г. К вопросу связи стеблей тресты с льнищем / В.Г. Черников // Труды Великолукского с.-х. ин-та. – Великие Луки, 1969. – Вып. 8. – С. 414 – 418.
6. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / Василенко П.М.– К.: Изд-во УАСХН, 1960.–284 с.
7. Толстушко Н.О. Аналіз транспортування стрічки льону в пресувальну камеру прес-підбирача / Н.О. Толстушко, С.Ф. Юхимчук, В.Ф. Кузьменко // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2013. – Вип. 24. – С. 263 – 369.
8. Лімонт А.С. Пошкодження льнотрести в рулонах як показник надійності прес-підбирачів / А.С. Лімонт, В.М. Климчук // Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту с. г. ім. Петра Василенка: проблеми надійності машин та засобів механізації с.-г. виробництва. – Х., 2013. – Вип. 139. – С. 94 – 102.
9. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учеб. пособ. [для студ. высш. учеб. завед. по спец. 1509 «Механизация с. х.» и 1510 «Сельское хозяйство»] // [Г.Е. Листопад, Г.К. Демодов, Б.Д. Зонов и др.]; под ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.

Summary

A. Limont. The elements of interaction between baler's picking drum rake fingers and flax windrow stems, and roll balers' technological reliability

The effort of a single picking drum's finger that influences flax windrow stems is analytically defined. Actual efforts cause the correspondent stem deformation that can be accompanied by their damage reducing the technological reliability of roll balers. The damage of stems in a roll reduces with the increase in a flax windrow portion weight that is picked up from a strip with fingers of a single rake.

References

1. Khaylis H.A. Mekhanika roslynnykh materialiv: navch. posib. / H.A. Khaylis, Yu.V. Fedorus'. – Luts'k: Red.-vyd. viddil Luts'koho derzh. tekhn. un-tu, 2004. – 302 s.
2. L'nouborochnyye mashyny / [H.A. Khaylys, N.N. Vykov, V.N. Bukharkyn y dr.]. – M.: Mashynostroenye, 1985. – 232 s.
3. Didukh V.F. Zbyrannya ta pervynna pererobka l'onu-dovhuntsya: monohrafiya / V.F. Didukh, I.M. Dudaryev, R.V. Kirchuk. – Luts'k: Red.-vyd. viddil Luts'koho nats. tekhn. un-tu, 2008. – 232 s.
4. Pyunovskyy Y.Y. Yssledovanye tekhnolohyy razdel'noy uborky l'na / Y.Y. Pyunovskyy, K.F. Terpylovskyy, V.P. Klyavyna // Trudy TsNYUMӘSKh Nechernozemnoy zony SSSR. – Mynsk: Urozhay, 1969. – T. 6. – S. 142 – 151.
5. Chernykov V.H. K voprosu svyazy stebley tresty s l'nyshchem / V.H. Chernykov // Trudy Velykolukskoho s.-kh. yn-ta. – Velykye Luky, 1969. – Выр. 8. – S. 414 – 418.
6. Vasylenko P.M. Teoryya dvyzhenyya chastytsy po sherokhovatym poverkhnostyam sel'skokhozyaystvennykh mashyn / Vasylenko P.M. – K.: Yzd-vo UASKhN, 1960. – 284 s.
7. Tolstushko N.O. Analiz transportuvannya strichky l'onu v presuval'nu kameru prespidbyracha / N.O. Tolstushko, S.F. Yukhymchuk, V.F. Kuz'menko // Sil'skohospodars'ki mashyny: zb. nauk. st. – Luts'k: Red.-vyd. viddil LNTU, 2013. – Vyp. 24. – S. 263 – 369.
8. Limont A.S. Poshkodzhennya l'onotresty v rulonakh yak pokaznyk nadiynosti prespidbyrachiv / A.S. Limont, V.M. Klymchuk // Visn. Kharkiv. nats. tekhn. un-tu s. h. im. Petra Vasylenka: problemy nadiynosti mashyn ta zasobiv mekhanizatsiyi s.-h. vyrobnytstva. – Kh., 2013. – Vyp. 139. – S. 94 – 102.
9. Sel'skokhozyaystvennyye y melioratyvnyye mashyny: ucheb. posob. [dlya stud. v'yssh. ucheb. zaved. po spets. 1509 «Mekhanyzatsyya s. kh.» y 1510 «Sel'skoe khozyaystvo»] // [H.E. Lystopad, H.K. Demodov, B.D. Zonov y dr.]; pod red. H.E. Lystopada. – M.: Ahropromyzzdat, 1986. – 688 s.